

**DE 197 34274 A1**

**English Translation of Abstract**

The network has optical waveguides between subscribers and communication centres in existing supply lines for fluid media e.g water, sewage gas or heat. The waveguides (7,8) are fed into the supply lines (4,6) via conduits (16). The waveguides (7,8) have a coating (12) to protect against the effect of the medium used in the supply lines (4,6). The coating (12) may be made of e.g. protective plastic e.g. silicon or metal e.g. copper, chrome or gold. Individual waveguides may be inserted into the supply lines. Several individual waveguides may be combined into a connecting waveguide. The conduit unit (16) may have a removable stopper with openings for the waveguides. The openings have gas and water tight seals.



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 34 274 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 02 B 6/50**  
G 02 B 6/44

⑳ Aktenzeichen: 197 34 274.4  
㉔ Anmeldetag: 7. 8. 97  
㉕ Offenlegungstag: 11. 2. 99

**DE 197 34 274 A 1**

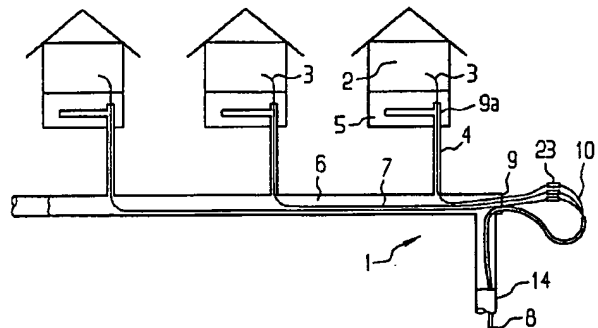
㉑ Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

㉒ Erfinder:  
Finzel, Lothar, Dipl.-Ing., 85716 Unterschleißheim,  
DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ **Kommunikationsnetz mit Lichtwellenleitern zwischen Teilnehmern und Kommunikationzentralen in bestehenden Versorgungsleitungen**

⑤⑦ Bei der Erfindung handelt es sich um ein Kommunikationsnetz mit Lichtwellenleitern (7, 8), das in bestehenden Versorgungsleitungen (4, 6, 14) für fließende Medien wie Wasser, Abwasser, Gas oder für Fernwärme installiert wird. Die Lichtwellenleiter werden als Einzellichtwellenleiter (7) oder als Verbundlichtwellenleiter (8) über Durchführungseinheiten (16) in die Versorgungsleitungen (4, 6, 14) ein- bzw. ausgeführt. Zum Schutz gegen die verwendeten Medien werden die Lichtwellenleiter (7, 8) mit einer schützenden Beschichtung (12) versehen.



**DE 197 34 274 A 1**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Kommunikationsnetz mit Lichtwellenleitern zwischen Teilnehmern und Kommunikationszentralen in bestehenden Versorgungsleitungen für fließende Medien wie Wasser, Abwasser, Gas oder für Fernwärme.

Aus der Patentanmeldung WO 97/20236 ist ein Verfahren zum Einbringen eines optischen Kabels in einen festen Verlegegrund bekannt, wobei dort Mikrokabel verwendet werden, die aus einem Rohr und lose darin eingebrachten Lichtwellenleitern bestehen. Derartige Mikrokabel können auch in bestehende Systeme von Versorgungsleitungen für Wasser, Abwasser, Gas oder für Fernwärme eingebracht werden. Bei einem Leck des Rohres des Kabels besteht jedoch die Gefahr, daß das eindringende Gas bzw. die Flüssigkeit sich trotz der Füllmasse längs der Lichtwellenleiter ausbreiten kann. Dieses ist wahrscheinlich, wenn die Versorgungsleitung unter Druck steht. Eine absolute Abdichtung des Innenraums eines solchen Mikrokabels ist nicht möglich, so daß zum Beispiel Absperrvorrichtungen oder Schieber in den Versorgungsleitungen über das Leck des Mikrokabels umgangen und unwirksam gemacht werden. Außerdem würden die Lichtwellenleiter im Schadensfall, zum Beispiel bei einem Gasleck, zusätzlich durch Aufnahme von Wasserdampf, Wasserstoff oder anderen Medien bleibend im mechanischen Aufbau bzw. in den optischen Übertragungseigenschaften geschädigt werden.

Aufgabe der Erfindung ist nun, ein Kommunikationsnetz mit Lichtwellenleitern zu schaffen, bei dem die vorgenannten Schwierigkeiten nicht in Erscheinung treten, das heißt, daß die Lichtwellenleiter nicht geschädigt werden und daß die Einrichtungen der Versorgungsleitungen auch im Schadensfall ihre Funktion voll erfüllen können. Die gestellte Aufgabe wird nun mit einem Kommunikationsnetz der eingangs beschriebenen Art dadurch gelöst, daß die Lichtwellenleiter über Durchführungseinheiten in die Versorgungsleitungen ein- bzw. ausgeführt sind und daß die Lichtwellenleiter eine gegen Einwirkung der Medien schützende Beschichtung aufweisen.

Die Vorteile von Lichtwellenleitern mit einer gegen schädigende Einwirkung der in Versorgungsleitungen verwendeten Medien schützenden Beschichtung aus Kunststoff wie zum Beispiel Silikon oder aus Metall ergeben sich vor allem darin, daß damit eine einfache Abdichtung gegenüber den Medien erreicht wird und daß bei einer Beschädigung der Beschichtung keine weiterreichenden Probleme bezüglich der Einwirkung der Medien auftreten. Außerdem erhalten Lichtwellenleiter eine hohe mechanische Belastbarkeit und sind weniger kerbempfindlich. Die Zugabfangung der Lichtwellenleiter kann ebenfalls in einfacher Weise zum Beispiel durch Löt-, Schweiß- oder Kleben erfolgen, wobei auf das herkömmliche "Kunststoffcoating" verzichtet werden kann. Dies hat zur Folge, daß sich sehr kleine Durchmesser der Lichtwellenleiter ergeben, wodurch diese hochflexibel sind. Durch Zusammenfassung mehrerer Lichtwellenleiter läßt sich ein einfaches "Kabel" aufbauen, wobei eine sehr hohe Packungsdichte erreicht werden kann. Dabei ergibt sich bei einem derartigen Lichtwellenleiteraufbau eine gute Wasserdampfsperre. Weiterhin sind derartige Lichtwellenleiter in hohem Maße abhörsicher. Durch den Aufbau derartig gestalteter Lichtwellenleiter ist sichergestellt, daß keine Beeinflussung des Strömungsverhaltens innerhalb der Versorgungsleitungen erfolgt und daß sie auch in Rohren mit geringen Durchmessern und bei nahezu rechtwinkligen Abzweigungen mit kleinem Biegeradius eingesetzt werden können. Schließlich lassen sich metallisierte Lichtwellenleiter auch einfach an einen Elektronikchip ankopplern.

Vorteile bei der Verwendung der mit einer Beschichtung versehenen Lichtwellenleiter in Versorgungsleitungen der beschriebenen Art ergeben sich bereits dadurch, daß die bereits vorhandene Infrastruktur der Versorgungsunternehmen bis zum Teilnehmer konsequent benutzt werden kann. Infolge der geringen Durchmesser der Lichtwellenleiter können auch mehrere Lichtwellenleiter in bestehende Versorgungsleitungen eingeführt werden, ohne daß eine Beeinflussung der ursprünglichen Funktionen stattfindet. Die geringen Durchmesser erlauben auch den Einsatz in sehr engen Rohren bei geringen Biegeradien, wo auch 90°-Winkelstücke Verwendung finden. Die Verlegung der Lichtwellenleiter erfolgt zweckmäßigerweise vom Teilnehmer aus in Richtung des Versorgungsunternehmens, wobei auch mehrere Lichtwellenleiterelemente in einer Versorgungsleitung untergebracht werden können. Bei längeren, parallel verlaufenden Lichtwellenleitern ist von Vorteil, wenn diese zu einem Mehrfaserelement zusammengefaßt werden. Die Beschichtung auf den Lichtwellenleitern schützt jeweils den Glaskörper eines Lichtwellenleiters vor schädigendem Einfluß von seiten des in der jeweiligen Versorgungsleitung befindlichen Mediums, wobei weder eine mechanische noch eine physikalische Beeinflussung möglich ist. Die aus- bzw. einzuführenden oder abzuzweigenden Lichtwellenleiter können bereits auch werkseitig in den Durchführungseinheiten vorkonfektioniert werden, so daß komplizierte Maßnahmen beim Einsatz der Lichtwellenleiterelemente an der Strecke der Versorgungsleitungen entfallen.

Die Lichtwellenleiterelemente, einzeln oder zusammengefaßt im Verbund, werden in den bestehenden Versorgungsleitungen bis in die unmittelbare Nähe des Teilnehmers geführt und werden dort heraus- bzw. eingebracht ohne das Medium der Versorgungsleitungen zu beeinflussen oder von diesen beeinflußt zu werden. Die Ein- bzw. Auskoppelung der Lichtwellenleiterelemente erfolgt vorzugsweise vor Absperrvorrichtungen, spätestens vor dem Zähler beim Teilnehmer. So kann dann beispielsweise für ein Rohrbogenstück eine T-förmige Durchführungseinheit eingesetzt werden, wobei in einem der T-Schenkel die eigentliche Finführung der Lichtwellenleiterelemente erfolgt.

Die Erfindung wird nun anhand von acht Figuren näher erläutert.

Fig. 1 zeigt ein Kommunikationsnetz mit Lichtwellenleitern in Versorgungsleitungen.

Fig. 2 zeigt einen Einzellichtwellenleiter mit Beschichtung.

Fig. 3 zeigt einen Verbundlichtwellenleiter aus mehreren Einzellichtwellenleitern.

Fig. 4 zeigt ein Bogenstück einer Versorgungsleitung.

Fig. 5 zeigt eine T-förmige Durchführungseinheit, bei der die zu einem Verbund zusammengefaßten Lichtwellenleiter vereinzelt werden.

Fig. 6 zeigt einen Stopfen für eine Durchführungseinheit.

Fig. 7 zeigt eine gasdichte Lichtwellenleiterdurchführung.

Fig. 8 zeigt eine weitere gasdichte Lichtwellenleiterdurchführung.

In Fig. 1 wird zunächst ein Verzweigungsnetz von Versorgungsleitungen der beschriebenen Art aus Rohren skizziert, wobei von einer Hauptversorgungsleitung 14 zunächst abzweigende Versorgungsleitungen 6 und schließlich Teilnehmerversorgungsleitungen 4 abzweigen. In diese Versorgungsleitungen wird nun gemäß der Erfindung ein Kommunikationsnetz mit Lichtwellenleitern eingebracht, so daß die gesamte Infrastruktur der bereits vorhandenen Versorgungsleitungen ausgenutzt wird. In diese Versorgungsleitungen 14, 6 und 4 werden die Lichtwellenleiter je nach Kommunikationsbedarf durch Durchführungseinheiten an den Einführungspunkten 9 und 9a gasdicht eingeführt. In den Haupt-

versorgungsleitungen 14 werden vorzugsweise mehrere Einzellichtwellenleiter 7 zu einem oder mehreren Verbundlichtwellenleitern 8 zusammengefaßt. An einem Verzweigungspunkt 9 wird dann ein solcher Verbundlichtwellenleiter 8 aus der Hauptversorgungsleitung 14 herausgeführt und die einzelnen Lichtwellenleiter 7 werden aus dem Verbundlichtwellenleiter 8 in einer Entkopplungseinheit 10 ausgekoppelt und gegebenenfalls über Spleiße und Verbindungen 23 wieder in die Versorgungsleitungen 6 durch die gleiche oder eine andere Durchführungseinheit am Einführungspunkt 9 eingeführt. Schließlich erfolgt über die Teilnehmerversorgungsleitung 4 die Auskopplung einzelner Lichtwellenleiter 3, die zum Teilnehmer 2 führen. Meist ist die Auskopplungsstelle 9a im Keller eines Hauses vor dem Zähler des Teilnehmers angeordnet. Hier erfolgt dann der Anschluß an entsprechende Anschlußeinheiten, zum Beispiel an einen optisch/elektrischen Wandler.

Fig. 2 verdeutlicht den Aufbau eines Einzellichtwellenleiters 7 gemäß der Erfindung, der aus einem Glaskörper 11, einer Beschichtung 12 und einer Umhüllung 13, dem sogenannten Coating besteht. Die Beschichtung 12 kann aus einem geeigneten Kunststoff, zum Beispiel aus Silikon oder aus Metall, vorzugsweise aus einem Edelmetall wie Gold, aus Chrom oder Kupfer gebildet werden. Diese Beschichtungen 12 schützen den Glaskörper gegen schädigenden Einfluß, der von den Medien der Versorgungsleitungen ausgehen könnte.

Die Fig. 3 vermittelt den Aufbau eines Verbundlichtwellenleiters 8 gemäß der Erfindung, der aus mehreren Einzellichtwellenleitern 7 zusammengefaßt wird. Die Einzellichtwellenleiter 7 tragen jeweils eine Beschichtung 12 aus einem den Glaskörper 11 schützenden Material. Die Zwischenräume bzw. Zwickel zwischen den Einzellichtwellenleitern 7 werden mit einer geeigneten Füllmasse, zum Beispiel mit dem an sich bekannten Coating für Lichtwellenleiter, aufgefüllt. Bei Bedarf wird der Verbundlichtwellenleiter 8 außerhalb der Versorgungsleitungen aufgetrennt und in die Einzellichtwellenleiter 7 wieder aufgeteilt, die dann zur weiteren Verteilung und Führung wieder in die Versorgungsleitungen 6 bzw. 4 zurückgeführt werden.

Die Auftrennung kann erleichtert werden, wenn die Beschichtung mit einem dünnen Film aus Siliconöl beschichtet wird.

Fig. 4 zeigt einen beim Aufbau eines Netzes für Versorgungsleitungen üblichen Winkel oder ein Bogenstück 15, mit dem Richtungsänderungen beim Verlegen des Leitungssystems vorgenommen werden, wobei hier zum Beispiel eine Hauptversorgungsleitung 14 in Richtung des Versorgungsunternehmens und eine weiterführende Versorgungsleitung 6 in Richtung von Teilnehmern skizziert sind. Für die Aus- bzw. Einkopplung eines Lichtwellenleiters, der in einem solchen Netz von Versorgungsleitungen verlegt werden soll, eignet sich eine solche Stelle besonders gut, weil hier lediglich das Bogenstück 15 gegen eine Durchführungseinheit zum Ein- bzw. Ausführen der Lichtwellenleiter ausgetauscht werden muß.

Fig. 5 zeigt eine Durchführungseinheit 16, die beispielsweise gegen ein in Fig. 4 gezeigtes Bogenstück 15 ausgetauscht werden kann. Diese Durchführungseinheit 16 besteht aus einem T-förmigen Rohrverbindungsstück 17, wobei die beiden senkrecht zueinander stehenden T-Schenkel die beiden Versorgungsleitungen 14 und 6 wieder miteinander verbinden. Im dritten T-Schenkel wird die Durchführung für die Lichtwellenleiter 8 bzw. 7 vorgenommen. Hierzu ist ein Stopfen 21 vorgesehen, in dem Durchführungsöffnungen 19 enthalten sind. Durch diese Durchführungsöffnungen 19 werden zum Beispiel der Verbundlichtwellenleiter 8 ausgeführt und die Einzellichtwellenleiter 7 wieder einge-

führt. Im Außenbereich des Versorgungsleitungsnetzes wird das Ende 20 des Verbundlichtwellenleiters 8 in Einzellichtwellenleiter wieder aufgetrennt und gegebenenfalls an die Enden 22 der wieder eingeführten Einzellichtwellenleiter 7 über Spleiße 23 angekoppelt, wenn nicht eine direkte Weiterführung der Einzellichtwellenleiter vorgenommen wird. Bei der Führung der Lichtwellenleiter insgesamt muß beachtet werden, daß die minimal zulässigen Biegeradien für Lichtwellenleiter, zum Beispiel bei Richtungsänderungen wie an den Biegestellen 33, nicht unterschritten wird. Die Einzellichtwellenleiter 7 werden schließlich zu den einzelnen Teilnehmern über die Teilnehmerversorgungsleitungen 4 geführt, wo sie dann in gleicher oder ähnlicher Weise aus der Versorgungsleitung ausgekoppelt und zum Beispiel an optische Koppler oder optisch elektrischen Wandlern angeschlossen werden.

In Fig. 6 wird der Stopfen 21 im Längsschnitt gezeigt. Das Einsatzteil 35 ist mit einem Außengewinde versehen, so daß es leicht in das ausgewechselte Rohrverbindungsstück 17 eingeschraubt werden kann. Im hinteren Teil des Stopfens 21 befinden sich die Durchführungsöffnungen 19, durch die das Ende 20 des Verbundlichtwellenleiters 8 bzw. die Enden 22 der Einzellichtwellenleiter 7 gasdicht hindurchgeführt werden. Infolge der Beschichtung der Lichtwellenleiter gemäß der Erfindung kann eine einfache Abdichtung hergestellt werden. Bei einer Metallbeschichtung der Lichtwellenleiter 8 bzw. 7 und einem Stopfen 21 aus Metall kann beispielsweise eine gegenseitige Verlötlung an den Durchführungsöffnungen 19 vorgenommen werden. Auch eine Einglasung ist möglich ohne daß die metallische Beschichtung der Lichtwellenleiter entfernt werden muß. Der Stopfen 21 mit dem Gewinde wird zweckmäßigerweise am hinteren Teil als Sechskant ausgebildet, so daß er mit einem Schraubenschlüssel eingedreht werden kann. Dieser Stopfen 21 kann beispielsweise auch bereits werkseitig mit dem Verbundlichtwellenleiter 8 oder/und den Einzellichtwellenleitern 7 angebracht werden, so daß man ein vorkonfektioniertes Lichtwellenleiterende zum Einsatz in den bereits vorgesehenen Durchführungseinheiten im Versorgungsleitungsnetz bereitstellen kann.

In Fig. 7 wird eine gasdichte Lichtwellenleiterdurchführung gezeigt, die vorzugsweise im Werk vorkonfektioniert werden kann. Das vorbereitete Kabel 3 kann dann vor Ort mitsamt der Hülse 28 in die Versorgungsleitung eingezogen werden. Die gas-, wasserdichte Abdichtung z. B. zu einer Rohrleitung 25 erfolgt über die Hülse 28. Diese sollte möglichst aus dem gleichen Material sein wie die Versorgungsleitung. Dadurch wird Korrosion ausgeschlossen und die Verbindungen durch Krimpen, Einpressen, Lötten oder Schweißen sind leichter realisierbar. Die Hülse 28 kann wie hier dargestellt über Schrauben 36 befestigt werden. Eine Flach- oder Ringdichtung bzw. Stopfbuchse (nicht dargestellt) verschließt die Durchführung in der Wandung 25 der Versorgungsleitung gas- bzw. wasserdicht.

Die Hülse 28 ist vorzugsweise so aufgebaut, daß werkseitig ein durchgehender Lichtwellenleiter oder ein Kabel 3-21 mitsamt dem Coating durchgefädelt werden kann. Im Bereich der Hülslenlänge wird das Coating von dem Lichtwellenleiter 37 entfernt, damit der Lichtwellenleiter 37 werkseitig gasdicht fixiert wird. Dieses kann durch eine Einglasung 26, Verklebung oder Vergießung mit Epoxid erfolgen. Falls der Lichtwellenleiter metallisch beschichtet ist, kann die Beschichtung zum Einlöten mit Metall genommen werden.

Ein flexibler Knickschutz 18, 20, 27 bewahrt den Lichtwellenleiter (das Kabel) vor mechanischer Belastung bei Montage und während des Betriebs.

Fig. 8 zeigt ebenfalls eine werkseitig gasdicht vorgefertigte Lichtwellenleiterdurchführung, die z. B. in ein Versor-

gungsrohr 16 eingesteckt und mit diesem entlang der Trennlinie 38 verschweißt wurde. Die Abdichtung des Lichtwellenleiters (29) in der Hülse 32 erfolgt wie in Fig. 7 beschrieben mit einer Hülse 28 und einer Einglasung 26. Im Bereich der Einglasung 26 ist das Coating 24 des Lichtwellenleiters 29 entfernt. Die Besonderheit bei dieser Variante ist, daß der Lichtwellenleiter 29 oder das Kabel außerhalb des Versorgungsrohrs mit der Wandung 25 endet. An diesem Lichtwellenleiterende 31 kann ein Lichtwellenleiter 30 bei Bedarf z. B. nach dem Prinzip "Fuselight" angespleißt werden. Es ist aber auch möglich, das Lichtwellenleiterende 29 gleich in einen Stecker in einer Kupplung zu fassen, die in der Hülse 32 integriert wird (nicht dargestellt). Die Bohrung 22 der Hülse 32 ist dann so zu erweitern, daß eine Führung für einen Stecker entsteht. Dadurch ergibt sich eine Ankopplungsmöglichkeit bei Servicearbeiten.

Bei Bedarf kann auch ein Kabel, z. B. ein Mikrokabel angeschnitten werden und durch die Öffnung einer Versorgungsleitung eingeführt werden. Die Befestigung erfolgt dann zweckmäßigerweise an der Hülse für die Durchführung.

#### Patentansprüche

1. Kommunikationsnetz mit Lichtwellenleitern zwischen Teilnehmern und Kommunikationszentralen in bestehenden Versorgungsleitungen für fließende Medien wie Wasser, Abwasser, Gas oder für Fernwärme, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Lichtwellenleiter (7, 8) über Durchführungseinheiten (16) in die Versorgungsleitungen (4, 6, 14) ein- bzw. ausgeführt sind und daß die Lichtwellenleiter (7, 8) eine gegen Einwirkung der in den Versorgungsleitungen (4, 6, 14) benutzten Medien schützende Beschichtung (12) aufweisen.
2. Kommunikationsnetz nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung (12) der Lichtwellenleiter (7, 8) aus einem gegen Einwirkung der Medien schützenden Kunststoff, vorzugsweise aus Silikon, besteht.
3. Kommunikationsnetz nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung (12) der Lichtwellenleiter (7, 8) aus Metall, vorzugsweise aus Kupfer Chrom oder Gold gebildet ist.
4. Kommunikationsnetz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Einzellichtwellenleiter (7) in die Versorgungsleitungen (4, 6, 14) eingeführt sind.
5. Kommunikationsnetz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Einzellichtwellenleiter (7) zu einem Verbundlichtwellenleiter (8) zusammengefaßt sind.
6. Kommunikationsnetz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchführungseinheit (16) einen entfernbaren Stopfen (21) aufweist, daß der Stopfen (21) Durchführungsöffnungen (19) für Lichtwellenleiter (7, 8) aufweist und daß an den Durchführungsöffnungen (19) gas- und wasserdichte Abdichtungen angeordnet sind.
7. Kommunikationsnetz nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Abdichtungen durch Lötstellen (38) zwischen der metallischen Beschichtung (12) der Lichtwellenleiter (7, 8) und dem metallischen Stopfen (21) hergestellt sind.
8. Kommunikationsnetz nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Abdichtungen durch Einglasungen (26) hergestellt sind.
9. Kommunikationsnetz nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Abdichtungen durch Verklebung

gen hergestellt sind.

10. Kommunikationsnetz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchführungseinheit (16) als T-Stück ausgebildet ist, wobei die Lichtwellenleiterdurchführungen in einem der T-Schenkel angeordnet sind und daß die beiden anderen T-Schenkel der Weiterführung der Versorgungsleitung dienen.

11. Kommunikationsnetz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß an den Durchführungseinheiten (16) Anschlußelemente, vorzugsweise Spleiße (23), für Einzellichtwellenleiter (7) angeordnet sind.

12. Kommunikationsnetz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die in einem Verbundlichtwellenleiter (8) zusammengefaßten einzelnen Lichtwellenleiter (7) in einer Entkopplungseinheit (10) an den Durchführungseinheiten auseinandergeteilt werden.

13. Kommunikationsnetz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Materialien der Hülse (28) und der Wandung (25) der Rohrleitung vorzugsweise gleich sind.

14. Kommunikationsnetz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtwellenleiter (3, 29) oder Kabel mit Hülse (28) werkseitig vorkonfektioniert sind und vor Ort in die Wandung (25) einer Versorgungsrohrleitung einsetzbar sind.

15. Kommunikationsnetz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtwellenleiter (29) mit Epoxid in der Hülse (28) vergossen sind.

16. Kommunikationsnetz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Kabel angeschnitten durch die Öffnung in der Versorgungsleitung geführt ist und daß es an der Hülse befestigt ist.

17. Kommunikationsnetz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtwellenleiter (29) oder das Kabel unmittelbar hinter der Wandung (25) der Rohrdurchführung endet und daß am Lichtwellenleiterende (31) ein weiterer Lichtwellenleiter (30) angespleißt ist.

18. Kommunikationsnetz nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtwellenleiter (30) in einem Stecker gefaßt ist und daß die Hülse (32) eine Aufnahme für den Stecker zur Ankopplung an den durchgeführten Lichtwellenleiter (29) aufweist.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

FIG 1

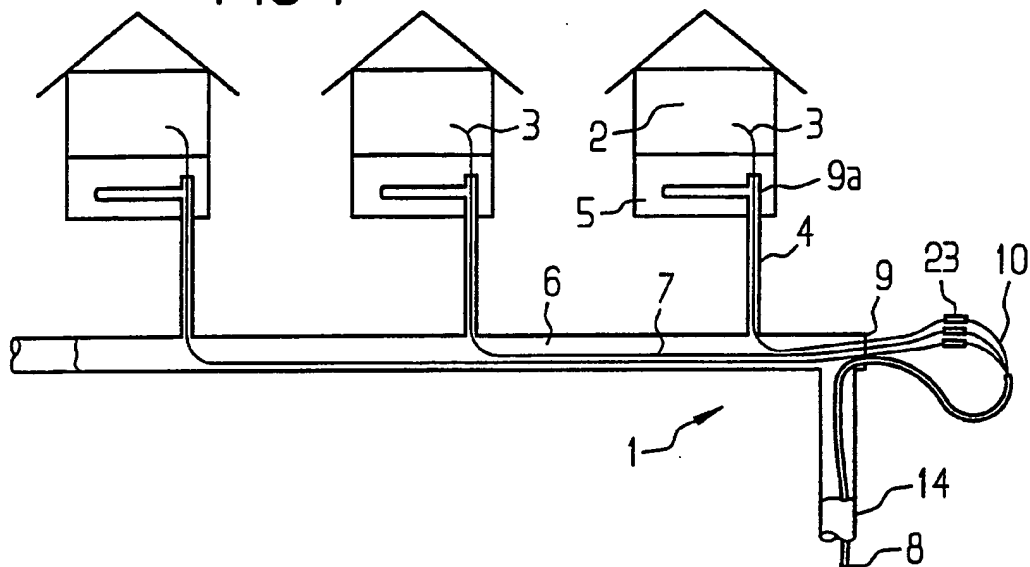


FIG 2

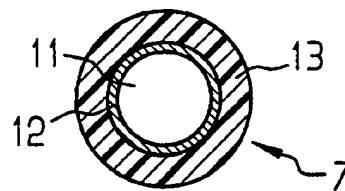


FIG 3

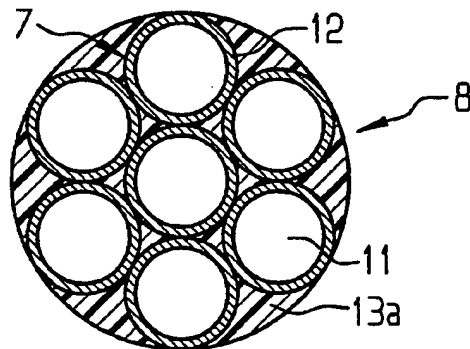


FIG 4

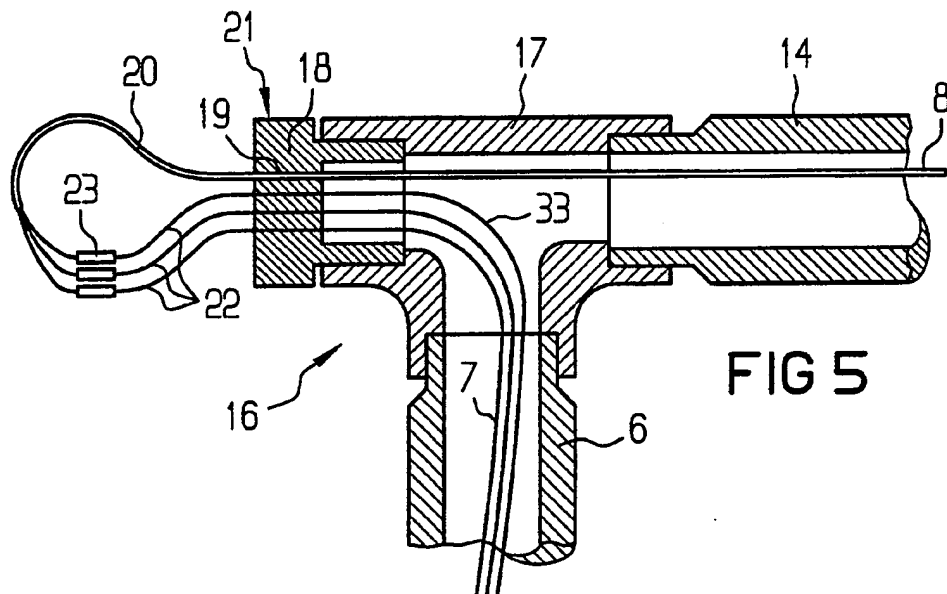
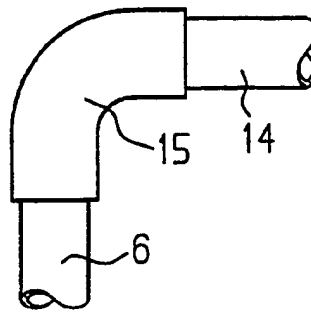


FIG 5

FIG 6

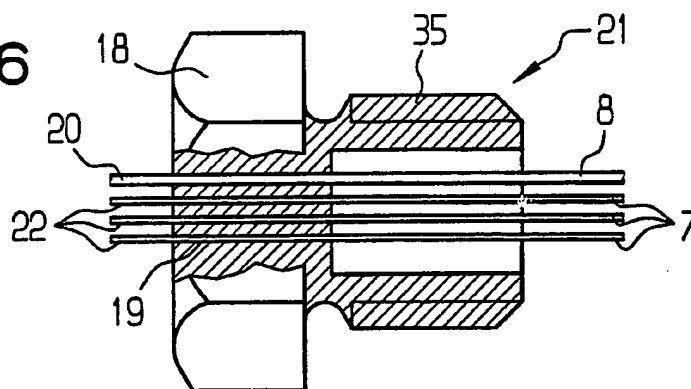




FIG 7

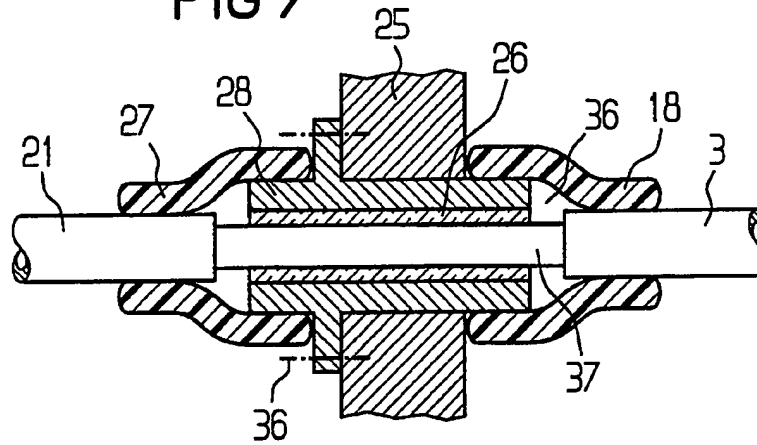
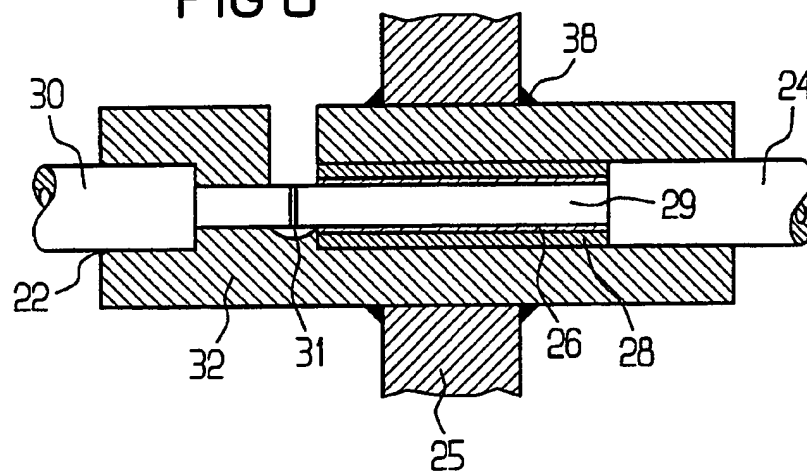


FIG 8



# (12) UK Patent Application (19) GB (11) 2 360 854 (13) A

(43) Date of A Publication 03.10.2001

(21) Application No 0106021.9

(22) Date of Filing 12.03.2001

(30) Priority Data

(31) 09539060 (32) 30.03.2000 (33) US

(71) Applicant(s)

**Schlumberger Limited**  
(Incorporated in the Netherlands Antilles)  
5 Julianaplein, Curacao, Netherlands Antilles

(72) Inventor(s)

**Gary Bickford**  
**Pete Howard**

(74) Agent and/or Address for Service

**Brian D Stool**  
**Geco-Prakla (UK) Limited, Schlumberger House,**  
**Buckingham Gate, GATWICK, West Sussex, RH6 0NZ,**  
**United Kingdom**

(51) INT CL<sup>7</sup>

G02B 6/36

(52) UK CL (Edition S )

G2J JGEA19 JG19 JG9

(56) Documents Cited

**GB 2078995 A** **GB 2003294 A** **EP 0770893 A2**  
**EP 0125795 A1**

(58) Field of Search

UK CL (Edition S ) G2J JGEAX1 JGEA19

INT CL<sup>7</sup> G02B

Online: WPI, EPODOC, JAPIO

(54) Abstract Title

**Soldering optic fibre feedthrough to bulkhead**

(57) A method of securing and sealing an optical fiber 20 within a bulkhead includes forming a layer of a solder-compatible material 50 over a diffusion barrier 40 covering a metal-clad optical fiber 20; extending the optical fiber through a metallic housing 30, with a portion of the layer of solder-compatible material within the housing, the housing and the solder-compatible material defining a gap therebetween; and bridging the gap with a solder to secure the fiber to the housing and to form a pressure-tight seal between the fiber and the housing. In one embodiment, an optical feedthrough 10 includes a metallic housing 30; a gold-plated optical fiber 20 disposed in the housing, the fiber having a nickel layer 40 disposed thereon and a gold layer 50 disposed over the nickel layer; and a silver-containing solder 60 disposed in the housing and connecting the fiber to the housing, the solder bridging a gap between the metallic housing and the solder-compatible material to form a pressure-resistant seal about the fiber.

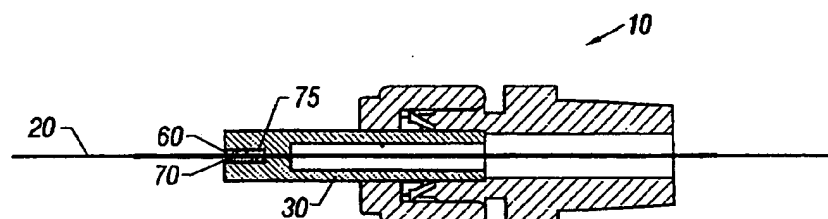


FIG. 1



FIG. 2

1/1

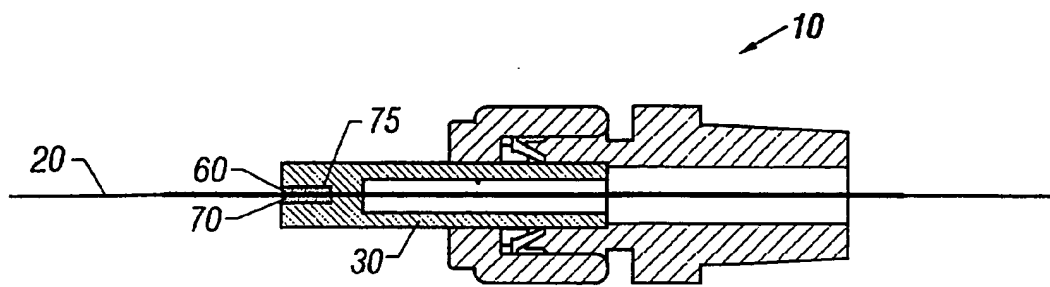


FIG. 1



FIG. 2

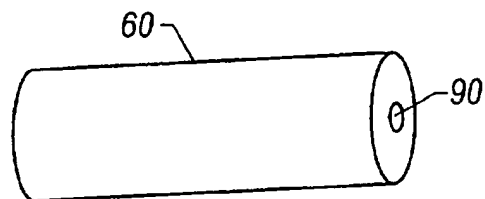


FIG. 3

## **AN OPTICAL FEEDTHROUGH AND A METHOD OF SECURING AND SEALING AN OPTICAL FIBER WITHIN A BULKHEAD BACKGROUND**

This invention relates to fiber optical feedthroughs, and methods of securing an optical fiber within a bulkhead.

Fiber optical feedthroughs are used for transmitting and receiving data in deep drilling operations, such as drilling for oil wells and gas wells. In these types of operations, the feedthroughs can be exposed to extreme downhole environments having high pressures and high temperatures, e.g., up to 30,000 psi and 300 °C. Furthermore, the feedthroughs are commonly exposed to these extreme environments for extended periods of time.

In operation, the feedthroughs are often secured to a bulkhead assembly. Materials, e.g., epoxies, that typically can be used to assemble a feedthrough to a bulkhead may not survive the extreme downhole environment. Even if they can survive the high pressures and temperatures, these materials may survive only for a short period of time.

### **SUMMARY OF THE INVENTION**

We have developed an improved method of securing and sealing a metal-clad optical fiber within a bulkhead, which can result in a seal capable of withstanding extreme temperatures and pressures over an extended period of time. Metal-clad fibers are mechanically robust, and the cladding layer can provide a hermetic seal over the glass fiber. We have realized, in the development of this method, that soldering directly to some metal cladding layers commercially available in optical fibers can result in a diffusion of the cladding material into the solder material. Diffusion of the cladding material exposes the bare glass of the optical fiber. Bare glass can create weak spots on the fiber, thereby making handling difficult, and can make the assembly more susceptible to premature failure due to ingress of moisture and hydrogen. Our method minimizes the exposure of bare glass by providing the fiber with a diffusion barrier over its metal cladding and forming a layer of solder-compatible material over the diffusion barrier, such that the fiber may be securely soldered into a housing without significant alteration (e.g., by diffusion) of the cladding material adjacent the glass core of the fiber.

In one aspect, the invention features a method of securing and sealing an optical fiber within a bulkhead. The method includes forming a layer of a solder-compatible

material over a diffusion barrier covering a metal-clad optical fiber; extending the optical fiber through a metallic housing, with a portion of the layer of solder-compatible material within the housing, the housing and the solder-compatible material defining a gap therebetween; and bridging the gap with a solder to secure the fiber to the housing and to form a pressure-tight seal between the fiber and the housing.

Embodiments of the invention may include one or more of the following features. The method further includes placing a solder pre-form in the housing. The method further includes threading the optical fiber through the pre-form. The method further includes forming a second layer of a solder-compatible material in the housing. Bridging the gap includes resistively heating the solder. The method further includes ultrasonically cleaning the fiber and the housing after resistively heating the solder. The method further includes forming a protective layer over the secured optical fiber and housing, by a plating.

In another aspect, the invention features an optical feedthrough having a metallic housing; an optical fiber disposed in the housing, the fiber having, over a length adjacent the housing, a metallic layer covering the optical fiber, a diffusion barrier about the metallic layer, and a layer of a solder-compatible material about the diffusion layer; and a solder disposed in the housing and connecting the fiber to the housing, the solder bridging a gap between the metallic housing and the solder-compatible material to form a pressure-tight seal about the fiber.

Embodiments of the invention can include one or more of the following features. The metallic cladding layer includes gold. The diffusion barrier includes nickel. The solder-compatible material includes gold. The solder includes silver. The solder is connected to a layer of a solder-compatible material on the housing. The solder-compatible material on the housing includes gold. The connected housing and fiber are coated with an exterior protective layer. The protective layer includes gold. The optical feedthrough is adapted to be exposed to at least 20,000 psi of pressure across the solder at 300°C without leakage.

The resulting feedthrough is resistant to changes in temperature and pressure, and can be constructed to withstand differential pressures greater than 30,000 psi at temperatures up to 300 °C. With a post-assembly, gold-plating process, the feedthrough is further resistant to corrosion. The feedthrough can be installed for long periods of time (up to 5-10 years) in industrial environment, and is particularly suitable for use downhole

or in sub-sea oilfields. The optical feedthrough also exhibits low optical losses, e.g., less than about 0.3 db, which are not adversely affected by changes in temperature and pressure.

The above-described method of securing and sealing the fiber to the housing is simple, inexpensive, and produces high yield. No stripping of the fiber to bare glass is required during manufacture, which can damage the fiber and make it susceptible to breaking during handling. The gold cladding layer found on some optical fiber is protected from dissolution during soldering by the diffusion barrier. Controlled resistance heating of a solder pre-form avoids heat damage to the fiber. The method can be applied to a wide variety of materials with proper choices of fluxes and solders.

### **DESCRIPTION OF DRAWINGS**

FIG. 1 is a cross-sectional view of an optical feedthrough.

FIG. 2 is an enlarged view of a section of an optical fiber adapted for use in the feedthrough of FIG. 1.

FIG. 3 is an enlarged perspective view of a solder pre-form.

### **DETAILED DESCRIPTION**

Referring to Figs. 1 and 2, an optical feedthrough 10 includes an optical fiber 20 secured in a housing 30. The fiber 20 is a gold-clad optical fiber having a portion plated with a nickel diffusion barrier 40 and a gold solder-compatible material 50 plated over the diffusion barrier 40. The housing 30 is a gold-plated, stainless steel machined housing. The fiber 20 is secured to the housing 30 by extending the fiber 20 through a bore 90 of a solder pre-form 60 and the housing 30. The solder pre-form 60 is slid into a solder cup area 70 located in the housing 30 and resistively heated until the pre-form melts and bonds the fiber 20 to the housing 30.

The optical fiber 20 is a gold-plated glass fiber. The fiber is a single mode, step index fiber having a 9 Tm core, 125 O.D. cladding, and a 155 Tm gold jacket, 100 KPSI, commercially available from Fiberguide Industries (New Jersey). The fiber 20 is electroplated over a length of about 3 inches with a layer 40 of nickel, about 0.00050 inch thick. The nickel layer 40 acts as a diffusion layer to restrict the gold on the fiber 20 from dissolving and diffusing away from the glass during resistive heating. The nickel layer 40 is electroplated with a gold layer 50, about 0.001 inch thick. The gold layer 50 acts as a

solder-compatible material to provide good bonding between the fiber 20 and the housing 30.

The housing 30 is a stainless steel machined part that has been gold-plated. The housing 30 is counterbored to form a solder cup area 70, which is tapered at its inner end about a through-hole 75 for receiving the fiber. Tight clearances between the fiber 20 and the through-hole 75 prevent excessive amounts of molten solder from flowing along the fiber during heating, but help draw some solder into the through-hole 75 at the inner end of the solder cup area 70 by capillary action, thereby providing a more robust pressure seal.

The solder pre-form 60 helps reduce the number of voids in the solder after it has been melted, as describe below. Referring to FIG. 3, the solder pre-form 60 is cylindrically shaped and is composed of silver solder (50% Ag; 20% Cu; 28% Zn; 2% Ni). The cylinder has a length of about 0.19 inch and an outer diameter of about 0.063 inch. The pre-form 60 has a central bore 90, with a diameter of about 0.013 inch, extending along the longitudinal axis of the cylinder.

The recommended procedure for securing and sealing the optical fiber to the housing will now be described. Clean the portion of the fiber 20 having the nickel and gold layer, the housing 30, and the pre-form 60 in isopropyl alcohol and allow the parts to dry. The cleaned parts should not be touched with bare hands after cleaning.

Clamp the housing 30 vertically in a non-marking vise or aluminum V-groove. The housing 30 should not be clamped such that it would act as a heat sink for the solder cup area 70. Using a plastic rod or toothpick, cover the interior wall of the solder cup area 70 completely, but not excessively, with a silver solder flux (Superior Flux & Mfg. Co., Model 601, silver brazing paste flux).

Using tweezers, thread the fiber 20 through the bore 90 of the pre-form 60 and through the housing 30. Slide the pre-form 60 to the solder cup area 70, and push the pre-form 60 in place with a pick, such as a pointed stainless steel dental pick. The fiber should be positioned such that the pre-form 60 is located about the portion of the fiber having the gold solder-compatible material 50. Using a stand, tape one end of the fiber 20 above the housing and the solder pre-form so that the fiber is vertical. Secure a small weight to the other end of the fiber and allow the weight to hang below the housing. The fiber 20 and the housing 30 should be as centered and vertical as possible.

Using a solder station, e.g., American Beauty Resistive Solder Station #105d1 with handset #10567, position soldering electrodes around the housing 30, adjacent of the solder pre-form 60. During the heating process, the flux can force the pre-form 60 out of the housing 30. Thus, while holding the solder pre-form 60 in place with a stainless steel dental pick, resistively heat the solder to approximately 1300 °F, being careful not to overheat the fiber. The pick should not contact the fiber 20. Within about ten seconds, the flux will bubble, turn white, and turn clear. Continue to hold the pre-form 60 in place until it melts, and remove the pick. After the pre-form has melted, discontinue heating and allow the feedthrough to cool. Remove the fiber 20 from the stand and detach the weight.

Place the feedthrough 10 in an ultrasonic cleaner filled with hot water for three minutes to remove the flux. The water should be allowed to get into the housing 30 from the unsoldered end. Remove the feedthrough and dry with a light spray of air. The entire feedthrough can be plated with gold to protect it from corrosion damage.

The feedthrough should have no cracks on the housing/solder interface and no major porosity. The gold layer should be continuous throughout the fiber. An inspection for continuity can be performed with an Ohmmeter to verify that no bare glass is present.

It will be understood that various modifications may be made. For example, the fiber can be clad with a material other than gold. Preferably, the cladding material can form a hermetic interface with the fiber, with no pinholes or significant porosity. Preferably, the cladding material is solder-compatible. Similarly, the diffusion barrier can include other materials that allow the solder to bond the fiber to the housing without the dissolution of the underlying cladding material. The solder-compatible material can include other materials that promote good bonding between the fiber and the housing, such as tin or other solders. The housing can be attached to, for example, a tube fitting with a metal-to-metal seal, with O-ring sealing grooves, a flange for a weld, or a bulkhead, e.g., a multi-fiber pressure bulkhead.



## CLAIMS

1. A method of securing and sealing an optical fiber within a bulkhead, the method comprising:
  - forming a layer of a solder-compatible material over a diffusion barrier covering a metal-clad optical fiber;
  - extending the optical fiber through a metallic housing, with a portion of the layer of solder-compatible material within the housing, the housing and the solder-compatible material defining a gap therebetween; and
  - bridging the gap with a solder to secure the fiber to the housing and to form a pressure-tight seal between the fiber and the housing.
2. The method of claim 1, further comprising placing a solder pre-form in the housing.
3. The method of claim 2, further comprising threading the optical fiber through the pre-form.
4. The method of claim 1, further comprising forming a second layer of a solder-compatible material in the housing.
5. The method of claim 1, wherein bridging the gap includes resistively heating the solder.
6. The method of claim 5, further comprising ultrasonically cleaning the fiber and the housing after resistively heating the solder.
7. The method of claim 1, further comprising forming a protective layer over the secured optical fiber and housing.
8. An optical feedthrough comprising:
  - a metallic housing;
  - an optical fiber disposed in the housing, the fiber having, over a length adjacent the housing, a metallic layer covering the optical fiber, a diffusion barrier about the metallic layer, and a layer of a solder-compatible material about the diffusion layer; and

a solder disposed in the housing and connecting the fiber to the housing, the solder bridging a gap between the metallic housing and the solder-compatible material to form a pressure-resistant seal about the fiber.

9. The optical feedthrough of claim 8, wherein the metallic layer comprises gold.
10. The optical feedthrough of claim 8, wherein the diffusion barrier includes nickel.
11. The optical feedthrough of claim 8, wherein the solder-compatible material comprises gold.
12. The optical feedthrough of claim 8, wherein the solder includes silver.
13. The optical feedthrough of claim 8, wherein the solder is connected to a layer of a solder-compatible material on the housing.
14. The optical feedthrough of claim 13, wherein the solder-compatible material on the housing comprises gold.
15. The optical feedthrough of claim 8, wherein the connected housing and fiber are coated with an exterior protective layer.
16. The optical feedthrough of claim 15, wherein the protective layer comprises gold.
17. The optical feedthrough of claim 8, adapted to be exposed to at least 20,000 psi of pressure across the solder at 300 °C without leakage.



INVESTOR IN PEOPLE

Application No: GB 0106021.9  
Claims searched: 1-17

Examiner: Chris Ross  
Date of search: 17 July 2001

## Patents Act 1977 Search Report under Section 17

### Databases searched:

UK Patent Office collections, including GB, EP, WO & US patent specifications, in:

UK Cl (Ed.S): G2J(JGEA19, JGEAX1)

Int Cl (Ed.7): G02B

Other: Online: WPI, EPODOC, JAPIO

### Documents considered to be relevant:

Category	Identity of document and relevant passage	Relevant to claims
X	GB 2078995 A (KDD) p 2   42 on	1, 8 at least
"	GB 2003294 A (ISEC) p 2   25 on, Figs 4, 6, 7	"
"	EP 0770893 A2 (BOEING) col 5   57 on	"
"	EP 0125795 A1 (BT) p 3   24 on, p 8   7 on	"

X	Document indicating lack of novelty or inventive step	A	Document indicating technological background and/or state of the art.
Y	Document indicating lack of inventive step if combined with one or more other documents of same category.	P	Document published on or after the declared priority date but before the filing date of this invention.
&	Member of the same patent family	E	Patent document published on or after, but with priority date earlier than, the filing date of this application.